【原　著】 産業動物

初乳生産量の抑制による牛の周産期疾病対策の検討

横井　允雄　　渡邉　誠治　　清水　　明

よつ葉乳業株式会社（〒080-0104 河東郡音更町新通20丁目３番地）

要　　約

初乳生産量（初乳量）を抑制するような栄養管理を行うことで牛の周産期疾病対策ができないか検討した。初乳量と周産期疾病発生の関係について調査したところ、周産期疾病を発生した牛は有意に初乳量が多かった。初乳量は乾乳期給餌飼料内容の影響を受け、牧草飽食の給餌内容に変更したところ、初乳量は有意に低下し、それに伴い周産期疾病発生率も低下する傾向が見られた。乾乳期給餌飼料内容を変更することで初乳量は抑制されるものの、分娩後の初回牛群検定成績値を用いて調査した305日乳量に差は見られなかった。以上の結果から、初乳量は周産期疾病発生に影響を与え、初乳量を抑制するような栄養管理を行うことは有効な周産期疾病対策のひとつとなる可能性が示された。

キーワード：牛、周産期疾病、初乳生産量、負のエネルギーバランス（NEB）、乾乳期給餌管理

北獣会誌　67，413～416（2023）

乳牛における周産期疾病の病傷事故件数割合は、平成29年度家畜共済統計において約10％に達し、酪農経営における大きな課題となっている。周産期疾病の発生は、乾乳期の栄養管理や分娩後の負のエネルギーバランス（NEB）と関連があるとの報告が多数なされ[1-8]、分娩前後の各種栄養素を増給・充足させることで、周産期疾病やNEBの予防・早期改善を図る対策が主に行われている[5,7,9-12]。それらの対策が効果をあげている例もあるが、未だに周産期疾病が多数発生している状況を鑑みると、新たな観点からの対策が求められている。

NEBは摂取した栄養を上回る乳が生産されることで引き起こされる[4-6]。これまでの牛群改良の結果、わが国における１頭あたりの泌乳量は右肩上がりで増加しているが[13]、その泌乳量に見合うだけの乾物摂取量の増加が得られないことがNEBの根本的な原因である[3,5,6]。そこで我々は、初乳生産量（初乳量）を抑制することでNEBを緩和し、周産期疾病対策ができないかという点に着目し調査を行った。その結果、初乳量、乾乳期の給餌飼料および周産期疾病の関係について有用な知見が得られたので報告する。

材料および方法

北海道内Ａ牧場で飼養されている乳用牛を用い、2018年５月～2019年７月に分娩した牛延べ101頭（うち初産；58頭、２産；24頭、３産以上；19頭）について、初乳量と分娩後の周産期疾病の発生の有無を記録した。初乳量は分娩後１回目の搾り切り乳量とし、本調査での周産期疾病は、乳熱、起立不能、ケトーシス、第四胃変位、胎盤停滞、分娩後乳房炎、子宮炎、産褥熱と定義した。

乾乳期間は乳量に応じて約60～70日とり、飼養形態は乾乳前期（乾乳～分娩約３週間前）はフリーストール、乾乳後期（分娩約３週間前～分娩）はフリーバーンである。分娩後はフリーバーンのフレッシュペンで約１週間飼養され、フリーストールの搾乳牛群に組み入れられる。

調査期間中に乾乳期の飼料設計を見直し、（１）初乳量、乾乳期の給餌飼料および周産期疾病の関係、（２）乾乳期の給餌飼料と305日乳量の関係、について調査した。乾乳期の給餌内容（原物）および可消化養分総量（TDN）、粗タンパク質（CP）、乾物（DM）充足率[14]は**表１**のとおりであり、ビタミン製剤やカルシウム製剤をはじめ、表中に記載していない飼料は使用していない。

連絡責任者：横井　允雄（よつ葉乳業株式会社）
〒080-0104　河東郡音更町新通20丁目３番地
TEL　0155－42－0054　FAX　0155－42－0428　E-mail：yokoi_m@yotsuba.co.jp

表１．乾乳期の給餌飼料内容

		変更前		変更後	
		前期	後期	前期	後期
配合飼料		1 kg	2 kg	給与しない	
デントコーンサイレージ		2.5 kg		給与しない	
牧草(チモシーロールサイレージ)		飽食※		飽食※	
初産	TDN充足率	62～80%	70～87%	66～93%	62～87%
	CP充足率	59～80%	69～88%	58～89%	53～81%
	DM充足率	58～78%	67～86%	66～95%	66～95%
経産	TDN充足率	71～91%	78～97%	75～105%	69～97%
	CP充足率	73～99%	83～106%	71～111%	63～98%
	DM充足率	53～71%	61～79%	60～87%	60～87%

※配合飼料はCP20%以上、TDN75%以上
※牧草の原物摂取量は変更前は約11.3 kg、変更後は約17 kg

305日乳量は分娩後の初回牛群検定成績値を用いた。

結果は平均値±標準誤差で表記し、統計処理はt検定またはカイ２乗検定により行った。

成　　績

はじめに、初乳量と周産期疾病の関係について調査した。周産期疾病を発生した牛と発生しなかった牛を比較したところ、産歴に差はなかったが（疾病発生ありvs疾病発生なしは2.0±0.3産 vs 1.7±0.1産：$p=0.50$）、周産期疾病を発生した牛は有意に初乳量が多かった（疾病発生ありvs疾病発生なしは9.0±1.0 *l* vs 6.6±0.3 *l*：$p<0.05$）**（図１）**。なお、発生した周産期疾病の内訳は、第四胃変位が２頭、胎盤停滞が３頭、乳房炎が１頭、産褥熱が１頭であった。続いて乾乳期の給餌飼料を変更し、初乳量がどのように変わるか調査した。A牧場は規模拡大中であったため、給餌飼料変更前に比べ変更後の産歴が高かった（変更前vs変更後は1.3±0.1産 vs 2.5±0.2産：$p<0.01$）が、初乳量は有意に低下した（変更前vs変更後は7.5±0.4 *l* vs 5.6±0.3 *l*：$p<0.01$））。同一産歴（２産）の牛で比較するとその差はより明らかであった（変更前vs変更後は12.5±0.9 *l* vs　5.6±0.5 *l*：$p<0.01$）**（図２）**。

乾乳期の給餌飼料変更が、周産期疾病の発生にどのような影響を与えるか調査した。上述のとおり、乾乳期の給餌飼料変更後は変更前に比べて産歴は高かったものの、周産期疾病発生率は低下する傾向が見られた（変更前vs変更後は9.4%（６/64頭）vs 2.7%（１/37頭）：$p=0.20$）**（図３）**。なお、周産期疾病発生牛の産歴について給餌飼料変更前は1.8±0.3産、変更後は3.0産であり、オッズ比は3.72であった。

最後に乾乳期の給餌飼料変更に伴う305日乳量について調査した。産歴による影響を排除するため、同一産歴（２産）の牛で比較を行った。給餌飼料の変更前後にお

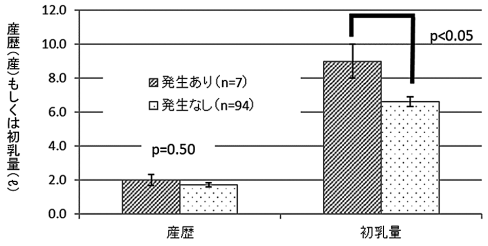

図１．周産期疾病発生の有無と初乳量について

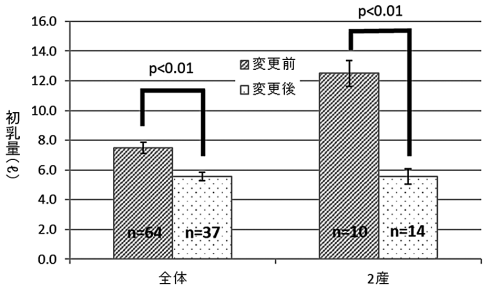

図２．乾乳期の給餌飼料と初乳量について

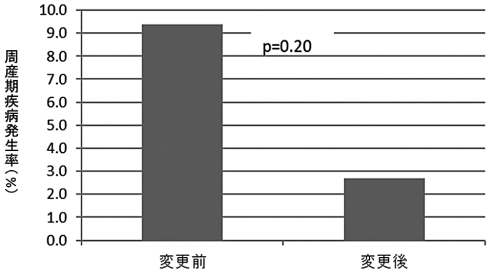

図３．乾乳期の給餌飼料と周産期疾病発生率について

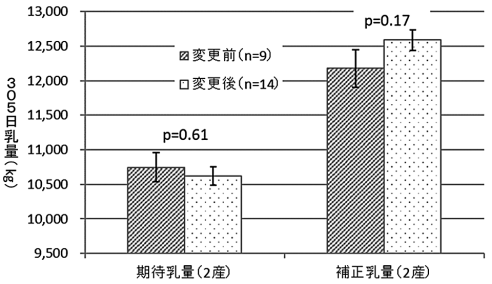

図４．乾乳期の給餌飼料と305日乳量について

ける分娩後の初回牛群検定成績値において、検定時分娩後日数に差はなく（変更前 vs 変更後は18.7±2.4日 vs 20.6±3.0日：$p=0.66$）、期待乳量（変更前 vs 変更後は10,744±210 kg vs 10,621±137 kg：$p=0.61$）、補正乳量（変更前 vs 変更後は12,178±274 kg vs 12,586±153 kg：$p=0.17$）とも差は見られなかった（**図4**）。

考　　察

初乳量は周産期疾病の発生に影響を与え、初乳量を抑制するような栄養管理を行うことは有効な周産期疾病対策のひとつとなる可能性が示された。この要因として、初乳量を少なくすることで、乳生産に伴うエネルギー要求量および乳中に移行するカルシウムの絶対量が削減できることが考えられる。The Cornell Net Carbohydrate and Protein System（CNCPS）ver 6.1[15]に基づけば、乳脂肪率4.0%、乳タンパク質率3.3%の生乳1 kgの生産に必要な代謝エネルギー（ME）、代謝タンパク質（MP）はそれぞれ約1.2 Mcal/日、約46 g/日であり、乳量が20 kgになると、泌乳で要求されるME、MPが総要求量の約50%を占める。A牧場で本調査期間終了後も牧草飽食のみの乾乳期給餌内容と初乳量の記録を継続したが、初乳量は産歴が上がると増える傾向が見られたものの、4産以上の牛でも6.8±0.5 l（$n=14$）であり（令和4年度日本獣医師会獣医学術学会年次大会にて報告）、2産以上の乳牛における既報の初乳量（7.0[16]～9.9[17]kg）と同等以下の水準であった。初乳は妊娠末期の数日間に合成されるため、初乳の合成は妊娠期の栄養要求量には含まれないものの、いくつかの栄養成分を大量に必要とする可能性が示唆されている[18]。乳生産に伴うエネルギーやカルシウム等の栄養要求量を抑えることは、NEBの緩和や低カルシウム血症の予防を通して、周産期疾病の発生低下に貢献すると考えられた。

乾乳前期にエネルギー給与制限を行った別の試験では、泌乳ピーク到達が緩やかになり、分娩後の血中ケトン体濃度の増加が小さくなった[19]。また、泌乳持続性が向上するため、305日推定乳量もエネルギー給与制限を行わなかった試験区と比べ63～1,135 kg多かった[19]。乾乳期の栄養管理方法は異なるものの、飛び出し乳量を抑えることで泌乳ピーク到達が緩やかになり、泌乳持続性が向上する点は本調査でも共通しており、それゆえ305日乳量が維持できたと考えられた。さらに別の報告においても、初乳量と305日乳量に関連がないことが示されており[20]、初乳量を抑制することによる乳生産への影響は少ないと考えられた。

今回の調査においては畜主の意向により濃厚飼料を給与せず、牧草飽食のみという給餌内容へ変更した。現在一貫した結論は得られていない[18]ものの、分娩が近い牛は分娩後の栄養濃度が高い飼料への馴致やルーメン絨毛発達のため、濃厚飼料の増給が推奨されている[7,18,21,22]。A牧場は分娩後、フレッシュペンで搾乳用TMRを給与し始める。この際、牧草を併給（飽食）し、濃厚飼料の追加給与は行わない。分娩後の急激な濃厚飼料の増給を避けるとともに繊維を十分に給与することで、ルーメンアシドーシスが回避されたと考えられた。結果として、分娩後早期に乾物摂取量が回復し、NEBの緩和につながったと推察される。従って、乾乳期の望ましい給餌内容は各牧場における分娩後の飼養形態や給餌管理方法とも関連すると考えられ、本調査が乾乳期に濃厚飼料を給与しないことを推奨するものではないことに留意されたい。

初乳量は産歴や分娩後初回搾乳までに要する時間、子牛の生時体重[16]、季節[23]など様々な要因によって影響を受けることが報告されている。今回の調査においてはそれらの要因は考慮せず、乾乳期の給餌飼料の変更によって行った。初乳量に影響を与える栄養学的要因の解明にはさらなる調査が必要であるが、我々の経験上、主に乾乳期給餌飼料中のCP（特に溶解性タンパク質（SIP））および乾物摂取量が関与している可能性が考えられる。具体的には、乾物摂取量を高く維持しつつ、特に乾乳後期のCPを抑制した場合に初乳量が少なくなる例を経験している。今回の調査においても、乾乳期の給餌飼料変更前に比べ変更後はDM充足率が高く、乾乳後期でのCP充足率は低い傾向にあった。分娩前におけるタンパク質給与が初乳量に与える影響は評価されていない[18]ため、今後さらなる調査が求められる。

以上のことから、初乳量を抑制するようコントロールすることは、305日乳量を維持しつつ、従来増給を行っていた飼料費や各種添加剤費、周産期疾病発生に伴う治療費や牛の更新費用等の生産コスト低減を可能にし、牧場の収益増加につながるものと考えられる。

最後に、本調査に協力いただいたA牧場に深く御礼申し上げる。

引 用 文 献

[1] Block E : Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever, J Dairy Sci, 67, 2939-2948 (1984)

[2] Doepel L, Lapierre H, Kennelly JJ : Peripartum

performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake, J Dairy Sci, 85, 2315-2334 (2002)

[3] Drackley JK, Overton TR, Douglas GN : Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period, J Dairy Sci, 84, E100-E112 (2001)

[4] Drackley JK : Biology of dairy cows during the transition period ; the final frontier?, J Dairy Sci, 82, 2259-2273 (1999)

[5] Esposito G, Irons PC, Webb EC, Chapwanya A : Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows, Anim Reprod Sci, 144, 60-71 (2014)

[6] Grummer RR, Mashek DG, Hayirli A : Dry matter intake and energy balance in the transition period, Vet Clin Food Anim, 20, 447-470 (2004)

[7] Ingvartsen KL : Feeding- and management-related diseases in the transition cowl physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases, Anim Feed Sci Technol, 126, 175-213 (2006)

[8] Vickers LA, Weary DM, Veira DM, von Keyserlingk MAG : Feeding a higher forage diet prepartum decreases incidences of subclinical ketosis in transition dairy cows,J Anim Sci, 91, 886-894 (2013)

[9] Bourne N, Laven R, Wathes DC, Martinez T, McGowan M : A meta-analysis of the effects of Vitamin E supplementation on the incidence of retained foetal membranes in dairy cows, Theriogenology, 67, 494-501 (2007)

[10] Dirandeh E, Ghorbanalinia M, Roodbari AR, Colazo MG : Effects of dietary conjugated linoleic acid on metabolic status, BW and expression of genes related to lipid metabolism in adipose tissue of dairy cows during peripartum, Animal, 15, 100-105 (2021)

[11] Trevisi E, Grossi P, Cappelli FP, Cogrossi S, Bertoni G : Attenuation of inflammatory response phenomena in periparturient dairy cows by the administration of an $\omega 3$ rumen protected supplement containing vitamin E, Ital J Anim Sci, 10, e61 (2011)

[12] Oetzel GR : Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases, J Am Vet Med Assoc, 209, 958-61 (1996)

[13] 乳用牛群能力検定成績のまとめ（平成28年度）：乳用牛群検定全国協議会、10-15、乳用牛群検定全国協議会、東京（2017）

[14] 日本飼養標準・乳牛（2017年版）：農業・食品産業技術総合研究機構編、中央畜産会、東京（2017）

[15] The Cornell Net Carbohydrate and Protein System : https : //cals.cornell.edu/animal-science/outreach-extension/publications-resources-software/cncps (acsessd 2023-07-20)

[16] Conneely M, Berry DP, Sayers R, Murphy JP, Lorenz I, Doherty ML, Kennedy E : Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows, Animal, 7, 1824-1832 (2013)

[17] 小原潤子、平井綱雄、八代田千鶴、藤川　朗：黒毛和種牛の初乳成分と子牛への初乳給与法、新しい研究成果　北海道地域、123-125（2005）

[18] 谷川珠子　他：12章；乾乳期と移行期の牛、NASEM乳牛栄養要求、近藤誠司監修、第８版、デーリィ・ジャパン、東京（2023）

[19] 杉野利久、館野綾音、沖村朋子、川嶋賢二、平林春飛、鈴木有希津、朝隈貞樹、磯部直樹、小櫃剛人、櫛引史郎：高泌乳牛における乾乳期低栄養管理が泌乳持続性および発情回帰に及ぼす影響、畜産技術、725、13-17（2015）

[20] Kessler EC, Bruckmaier RM, Gross JJ : Milk production during the colostral period is not related to the later lactational performance in dairy cows, J Dairy Sci, 97, 2186-2192 (2014)

[21] Dirksen GU, Liebich HG, Mayer E : Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance, Bovine Pr, 20, 116-120 (1985)

[22] Rabelo E, Rezende R, Bertics S, Grummer R : Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows, J Dairy Sci, 86, 916-925 (2003)

[23] Gavin K, Neibergs H, Hoffman A,.Kiser JN, Cornmesser MA, Haredasht SA, Martínez-López B, Wenz JR, Moore DA : Low colostrum yield in Jersey cattle and potential risk factors, J. Dairy Sci, 101, 6388-6398 (2018)